

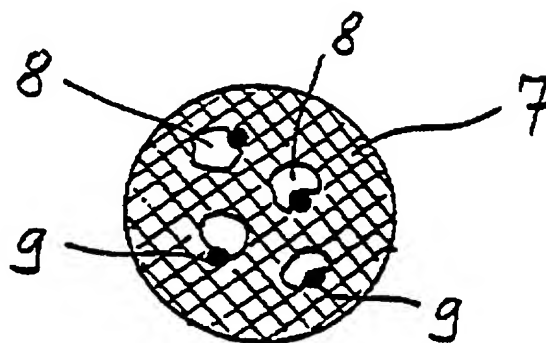
**Material for producing porous metal components**

**Patent number:** DE19651197  
**Publication date:** 1997-06-19  
**Inventor:** DIETZSCHOLD SUSAN (DE); DIETZSCHOLD DIRK DR ING (DE)  
**Applicant:** DIETZSCHOLD SUSAN (DE); DIETZSCHOLD DIRK DR ING (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B22F3/11; C22C1/08; B29D9/00; B22F3/18; B22F3/24; B32B5/18  
- **europaean:** B22F3/11D2; B22F7/00B2F; B32B5/18; C22C1/08  
**Application number:** DE19961051197 19961210  
**Priority number(s):** DE19961051197 19961210; DE19951046896 19951215; DE19961003757 19960202

Report a data error here

**Abstract of DE19651197**

The material for producing porous metal components is characterised by the fact that it consists of ready-made constituents of at least one metal and at least one foaming agent, with the foaming agent (9) distributed as particles with gas-tight casings in the material. Also claimed are an application and a method of production of the material.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 51 197 A 1

⑳ Aktenzeichen: 196 51 197.6  
㉑ Anmeldetag: 10. 12. 96  
㉒ Offenlegungstag: 19. 6. 97

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 22 F 3/11**  
C 22 C 1/08  
B 22 F 3/18  
B 22 F 3/24  
B 29 D 9/00  
B 32 B 5/18

DE 196 51 197 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
15.12.95 DE 195468961 02.02.96 DE 196037573

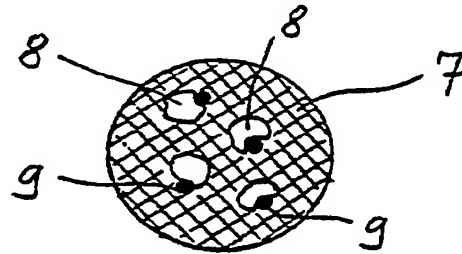
⑦1 Anmelder:  
Dietzschold, Susan, 08359 Breitenbrunn, DE;  
Dietzschold, Dirk, Dr.-Ing., 08359 Breitenbrunn, DE

⑦4 Vertreter:  
Schulze, H., Ing. Pat.-Ing. Dipl.-Jur., Pat.-Anw., 01259  
Dresden

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Werkstoff zum Herstellen poröser Metallkörper

⑤7 Zum Herstellen porös aufgeschäumter Metallkörper wird ein Werkstoff vorgestellt, der aus konfektionierten Anteilen von zumindest einem Metall und wenigstens einem Treibmittel besteht, wobei das Treibmittel 9 partikelartig verteilt im Werkstoff gasdicht eingeschlossen ist.



DE 196 51 197 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 97 702 025/588

7/27

Die Erfindung betrifft einen Werkstoff zum Herstellen poröser Metallkörper.

Beim bekannten Herstellen poröser Metallkörper (US-PS 3087807, DE-PS 40 18 360, DE-PS 41 01 630) werden zunächst Mischungen aus einem Metallpulver und einem Treibmittelpulver hergestellt. Diese Mischungen werden dann durch Heißkompaktieren unter hohem Druck zu Halbzeugen vorgeformt. Beim späteren Erhitzen bis oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels erfolgt das Aufschäumen des vorgeformten Halbzeuges zum gewünschten porösen Metallkörper. Nachteilig sind das aufwendige Vorformen von Halbzeugen entsprechend der Gestalt der porösen Metallkörper sowie die damit begrenzte Verwendung der kompaktierten Halbzeuge.

Aufgabe der Erfindung ist das Schaffen eines Werkstoffes, mit dem poröse Metallkörper beliebiger Form ohne formbedingte Vorarbeiten hergestellt werden können, sowie das Herstellen und Verwenden dieses Werkstoffes.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß der Werkstoff aus konfektionierten Anteilen von zumindest einem Metall und wenigstens einem Treibmittel besteht, wobei das Treibmittel partikelartig verteilt im Werkstoff gasdicht eingeschlossen ist. Vorzugsweise Ausbildungen, Herstellungsverfahren und Verwendungen des erfundenen Werkstoffes sind in Patentansprüchen angegeben.

Die Erfindung ist an Hand dargestellter und beschriebener Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 das Korn eines pulverartigen Werkstoffes,
- Fig. 2 einen schlauchartigen Werkstoff,
- Fig. 3 einen Werkstoff als Polymerdraht im Schnitt,
- Fig. 4 einen mehrschichtigen Werkstoff,
- Fig. 5 einen weiteren Schichtwerkstoff
- Fig. 6 eine Ausführung mit poriger Basisschicht und
- Fig. 7 einen gerollten Werkstoff.

Einer ersten Ausführung zufolge wird ein pulverförmiger Werkstoff aus Körnern gemäß Fig. 1 gebildet. Dieses Korn besteht aus einem Kern 1 und einer den Kern 1 einschließenden Hülse 2. Im Kern ist ein Treibmittel abgelagert, das bei seiner Zersetzungstemperatur zur Gasbildung veranlaßt wird. Die Hülse 2 wird von dem Material gebildet, aus dem der gewünschte poröse Metallkörper bestehen soll.

Denkbar ist auch eine Hülse 2 aus einem Material, das mit dem des herzustellenden Metallkörpers nicht identisch ist. Die Hülse 2 kann deshalb aus einem metallischen oder nichtmetallischen Stoff, z. B. Keramik bzw. einem Kunststoff, bestehen. Bei dieser Beschaffenheit der Hülse wird das für den herzustellenden porösen Metallkörper gewünschte Metallmaterial zusammen mit einem Treibmittel im Kern 1 eingeschlossen.

Bei einer schlauchartigen Ausbildung des Werkstoffes gemäß Fig. 2 besteht die Hülse 3 aus einem Kunststoff. Die Hülse 3 könnte auch aus einem anderen nichtmetallischen oder metallischen Material gebildet sein. Im Kern 4, der von der Hülse 3 umschlossen wird, befindet sich eine Mischung aus zumindest einem Metallpulver 5 und einem Treibmittelpulver 6.

Vorteilhaft kann die schlauchartige Hülse 3 bereits aus dem Material des herzustellenden porösen Metallkörpers bestehen. In diesem Falle können die Metallanteile im Kern 4 um die Anteile des Körpermetalls reduziert werden.

Sowohl im Kern 1 des Kornes gemäß Fig. 1 als auch im

Kern 4 der schlauchartigen Hülse 3 gemäß Fig. 2 können zusätzlich Pigmente, Füllstoffe und/oder Verstärkungsteilchen eingelagert sein.

Der konfektionierte Werkstoff ist vor allem als Spritzwerkstoff zum Herstellen von porösen Metallkörpern verwendbar, weil deren Gestalt von der Form des Werkstoffes unabhängig ist.

Beim Durchlaufen der Wärmequelle eines thermischen Spritzgerätes geht der Metallanteil des Werkstoffes in teigigen bzw. schmelzflüssigen Zustand über. Das Treibmittel behält zunächst nahezu seine Zusammensetzung und Struktur. Während die metallische Matrixkomponente beim thermischen Spritzen durch den direkten Kontakt mit dem Wärmespendender schmilzt, wird das Treibmittel im Kern des Werkstoffes thermisch geringer beansprucht und nicht zur Gasbildung veranlaßt.

Beim Auftreffen auf die Oberfläche einer Form oder eines Substrats, welches vorgewärmt sein kann, lagern sich die verspritzten Werkstoffteilchen lamellenförmig schichtweise aufeinander ab, wobei vor allem geringer Spritzabstand zum Abplatten der teigigen bzw. schmelzflüssigen Matrixmetallteilchen beim Schleudern auf die jeweilige Oberfläche führt und die Treibmittel dicht eingeschlossen werden. Weitere treibmittelfreie duktile Spritzschichten können die treibmittelhaltige Spritzschicht abdecken. Bei nachfolgender Erhitzung ist mit der Gasbildung des Treibmittels die Gasporenbildung im teigigen bzw. schmelzflüssigen Metall verbunden.

Als vorteilhaft wurde das Vorspritzen mit besonders gut haftenden, exotherm reagierenden und die Oberflächen partiell anschmelzenden Spritzwerkstoffen wie Ni-Al, NiCr, Mo, NiCrBSi-Legierung oder hochlegierten Eisenwerkstoffen gefunden. Das Herstellen von verschleißfesten leichten Maschinenelementen, z. B. Wellen, ist durch thermisches Spritzen des erfindungsgemäßen Werkstoffes in eine hohlzylindrische Form möglich, die nach dem Aufschäumen entfernt und mit WC beschichtet wird.

Der entwickelte Werkstoff kann durch thermisches Spritzen auch als poröse Schicht auf die Innenseiten der Beplankung von Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen zwecks Versteifung, Schwingungsdämpfung, Schallisolierung und/oder Wärmedämmung aufgetragen werden. Gleichfalls ist die Spritzbeschichtung von brennbaren Baustoffen zum Brand-Brandschutz oder von Wärmetauscherflächen möglich.

Festigkeitssteigerung der porösen Metallkörper kann durch Zugabe von Verstärkungskomponenten in Form von Fasern oder Partikeln aus geeigneten Materialien, z. B. Keramik, erreicht werden. Diese Verstärkungskomponenten werden der Kernfüllung der Werkstoffe beigemischt. Dabei sollten insbesondere das Matrixmetall und die Aufschäumparameter so gewählt werden, daß ein gutes Benetzen der Verstärkungskomponenten durch das Matrixmetall erfolgt.

Zum verbesserten Aufschmelzen der metallischen Pulverkomponente sind ferner schlauchartige Hülsen aus feinmaschigem Material in Form von Maschendraht oder Polymerfaserschlauch verwendbar. In diesem Sinne sind Schläuche einsetzbar, deren Mantel sieb- oder netzartig mit Öffnungen versehen bzw. perforiert sind. Die schlauchartigen Hülsen können sowohl nahtlos hergestellt oder mit gefalteten Nähten versehen sein.

Im Kern der korn- oder schlauchartigen Hülsen können die unterschiedlichen Materialkomponenten auch als Agglomerate eingelagert sein. Dabei sind z. B. Metallteilchen und Treibmittelteilchen durch geeigneten

Kleber miteinander verbunden. Der Kleber verdampft beim Durchlaufen der Wärmequelle des Spritzgerätes. Zu empfehlen ist ein agglomeriertes Pulver aus Metall, Treibmittel, Füllstoff und Verstärkungskomponenten, wobei das Matrixmetall aus einem exotherm reagierenden Material besteht, vorzugsweise NiAl mit 82% Nickelmasse und 18% Aluminiummasse oder TiNi mit 40% Titanmasse und 60% Nickelmasse.

Einer weiterhin vorteilhaften Ausführung zufolge (Fig. 3) sind agglomerierte Metallteilchen 8 und Treibmittelteilchen 9 in einem Kunststoffdraht 7 eingebettet. Dieser Kunststoffdraht übernimmt die Funktion einer schlauchartigen Hülse. Im Kunststoffdraht 7 sowie in einer schlauchartigen Hülse 3 können auch Körner gemäß Fig. 1 eingelagert sein.

Die Erfindung ist in zahlreichen Varianten realisierbar.

Einer schematisch dargestellten weiteren Ausführung zufolge (Fig. 4) besteht der aufschäumbare und damit zum Herstellen poröser Metallkörper geeignete Werkstoff aus einer Basisschicht 11, die von einem metallischen Basissubstrat gebildet wird. Durch Prägen oder anderes Verformen sind in die Oberfläche der Basisschicht 11 in Abstand voneinander mehrere Mulden 14 eingearbeitet, die zumindest zum Teil mit Treibpartikeln 13 gefüllt sind.

Die Treibpartikel 13 sind Elemente eines Treibmittels, welches bei Erreichen seiner Zersetzungstemperatur zur Gasbildung veranlaßt wird. Auf der mit den Mulden 14 versehenen Oberfläche der Basisschicht 11 ist diese mit der Deckschicht 12 derart verbunden, daß die Treibpartikel 13 gasdicht zwischen der Basisschicht 11 und der Deckschicht 12 eingeschlossen sind. Die Deckschicht 12 besteht ebenfalls aus einem metallischen Substrat. Beispielsweise sind das Basissubstrat und das Deckschichtsubstrat aus gleichem Material hergestellt, besitzen also gleiche metallische Eigenschaft.

Dosierung und Verteilung der Treibpartikel 13 sind in solchem Umfang vorgenommen worden, wie es zum Aufschäumen des metallischen Basis- und Deckschichtsubstrats erforderlich ist. Die Deckschicht 12 ist mit der Basisschicht vorzugsweise durch elektrisches Schweißen außerhalb der Treibpartikel 13 verschmolzen. Das Verbinden der Deckschicht 12 mit der Basisschicht 11 ist ferner durch mechanische Verklammerung, Verklebung oder auf andere gasdichte Weise denkbar.

Der platten- oder bandförmig hergestellte Werkstoff kann erforderlichenfalls stückweise in Formen oder frei in bekannter Weise aufgeschäumt werden, indem der Werkstoff bis oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels erhitzt wird.

Bei einer weiteren Ausführung (vergl. Fig. 4) sind zwischen der Basisschicht 11 und der Deckschicht 12 dosiert verteilte und in Mulden 14 gelagerte Treibpartikel 13 gasdicht eingeschlossen. Auf der von der Basisschicht 11 abgewandten Seite ist die Deckschicht 12 ebenfalls mit Mulden 14' versehen, die zumindest teilweise mit Treibpartikeln 13' gefüllt sind. Eine weitere Deckschicht 12' ist mit der ersten Deckschicht 12 derart verbunden, daß auch die Treibpartikel 13' zwischen der Deckschicht 12' und der Deckschicht 12 gasdicht eingeschlossen sind.

Diese mehrschichtige Ausführung ist vor allem zum Herstellen entsprechend dicker poröser Metallkörper geeignet.

Das Herstellen eines erfindungsgemäßen Werkstoffes erfolgt vorteilhaft dadurch, daß zunächst eine Basisschicht 11 hergestellt wird, danach eine Oberfläche der Basisschicht 11 mit einer aus dosiert verteilten Treibpar-

tikeln 3 bestehenden Treibmittelschicht belegt wird und schließlich die von der Basisschicht 11 abgewandte Seite der Treibmittelschicht vorzugsweise durch thermisches Metallspritzen mit einer Deckschicht 12 versiegelt wird. Um das dosierte Verteilen der Treibpartikel 13 auf der Basisschicht 11 zu erleichtern, kann die Treibmittelschicht unter Verwendung einer Polymerfolie hergestellt werden. Diese Polymerfolie ist als Träger für dosiert verteilte Treibpartikel ausgebildet und wird zwischen der Basisschicht 11 und der Deckschicht 12 angeordnet. Beim Spritzen der metallischen Deckschicht 12 oder deren Verschweißen mit der Basisschicht 11 verdampft die Polymerfolie und beläßt die Treibpartikel 13 an ihren vorbestimmten Orten.

Gemäß einem weiteren Verfahren zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Werkstoffes (vergl. Fig. 6) wird zunächst eine porige Basisschicht 21, vorzugsweise durch thermisches Spritzen angefertigt, danach werden die Poren 24 der metallischen Basisschicht 21 zumindest teilweise mit Treibpartikeln 23 gefüllt und schließlich wird die Basisschicht 21 mit einer vorzugsweise abermals durch thermisches Spritzen hergestellten Deckschicht 22 gasdicht versiegelt. Bei diesem Verfahren wird die arttypische Porigkeit der Basisschicht 21 unmittelbar zum dosierten Verteilen der Treibpartikel 23 benutzt.

Das dosierte Verteilen der Treibpartikel 23 auf einer Basisschicht 11 kann vorteilhaft unter Verwendung einer Lochmaske erleichtert werden. Diese Lochmaske wird vorübergehend auf die Basisschicht 11 gelegt, und deren Löcher werden mit Treibpartikeln 13 ausgefüllt.

Das gasdichte Einschließen der Treibpartikel 13 kann ferner durch Wickeln lediglich einer Basisschicht 11 gemäß Fig. 4 erreicht werden, wonach die Treibpartikel 13 zwischen den spiralförmigen Wickeln der Basisschicht 11 eingebettet sind (vergl. Fig. 7).

Werkstoffe dieser Art sind in zahlreichen Ausführungsvarianten denkbar. Wesentlich ist, daß die zum Aufschäumen dienenden Treibmittel gasdicht im konfektionierten Werkstoff eingeschlossen sind. Der erfindungsgemäße Werkstoff kann beispielsweise als Flachmaterial oder stangenförmig zur weiteren Verwendung angeboten werden und durch nachträgliches Formen beliebiges Profil erhalten.

#### Patentansprüche

1. Werkstoff zum Herstellen poröser Metallkörper, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff aus konfektionierten Anteilen von zumindest einem Metall und wenigstens einem Treibmittel besteht, wobei das Treibmittel (1; 6; 9; 13; 13'; 23) partikelartig verteilt im Werkstoff gasdicht eingeschlossen ist.
2. Werkstoff nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff aus hülsenartig konfektionierten Anteilen von zumindest einem Metall und wenigstens einem Treibmittel besteht.
3. Werkstoff nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff pulverartig aus Körnern besteht, wobei jedes Korn einen wenigstens das Treibmittel enthaltenden Kern (1) aufweist, der in einer metallischen Hülse (2) eingeschlossen ist.
4. Werkstoff nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff pulverartig aus Körnern besteht, wobei jedes Korn einen wenigstens ein Metall und mindestens ein Treibmittel enthaltenden Kern aufweist, der in einer nichtmetalli-

schen Hülse, vorzugsweise einer Kunststoff-Hülse eingeschlossen ist.

5. Werkstoff nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff aus einer metallischen Hülse besteht, die schlauchartig ausgebildet ist und zumindest mit einem Treibmittel gefüllt ist.

6. Werkstoff nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff aus einer nichtmetallischen, vorzugsweise einer Kunststoff-Hülse (3) besteht, die rohr- oder schlauchartig ausgebildet ist und im Kern (4) zumindest ein Metall sowie ein Treibmittel enthält.

7. Werkstoff nach einem der Ansprüche 2 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß in der Hülse (2; 3) zusätzlich Füllstoffe, Pigmente und/oder Verstärkungsteilen eingeschlossen sind.

8. Verwendung des Werkstoffes nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 7, wobei der Werkstoff durch thermisches Spritzen auf eine Oberfläche aufgetragen und die auf der Oberfläche entstandene Spritzschicht erhitzt sowie nach ihrem Aufschäumen abgekühlt wird.

9. Verwendung nach Anspruch 8, wobei die Spritzschicht nach ihrem Auftragen auf die Oberfläche bis oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im Bereich der Schmelztemperatur des Metalls, erhitzt wird.

10. Verwendung nach Anspruch 8, wobei der Werkstoff beim thermischen Spritzen bis oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im Bereich der Schmelztemperatur des Metalls, erhitzt wird.

11. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Oberfläche durch die mit einem Trennmittel versehene Kontur einer Spritzform 35 gebildet wird.

12. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Oberfläche durch die rauhe Struktur eines Verbundkörpers gebildet wird, so daß ein Verbundwerkstoff entsteht.

13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei die Oberfläche durch die Struktur metallischer und/oder nichtmetallischer Fasern gebildet wird.

14. Werkstoff nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Werkstoff eine aus einem Basissubstrat bestehende Basisschicht (11; 21) und eine aus einem Deckschicht gebildete Deckschicht (12; 22) aufweist sowie zwischen besagter Basisschicht (11; 22) und genannter Deckschicht (12; 22) eine aus dosiert verteilten Treibpartikeln (13; 23) bestehende Treibmittelschicht vorgesehen ist, wobei besagte Basisschicht (11; 21) und genannte Deckschicht (12; 22) an ihren einander zugewandten Oberflächen miteinander verbunden sind und die Treibpartikel (13; 23) gasdicht einschließen.

15. Werkstoff nach Anspruch 14, gekennzeichnet dadurch, daß das Basissubstrat und das Deckschicht gleiche metallische Eigenschaft besitzen.

16. Werkstoff nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet dadurch, daß die Basisschicht (11; 21) und die Deckschicht (12; 22) außerhalb der Treibpartikel (13; 23) miteinander verschmolzen sind.

17. Werkstoff nach einem der Ansprüche 14 bis 16, gekennzeichnet dadurch, daß wenigstens eine der Basisschicht (11) oder der Deckschicht (12) mit Mulden (14) zum Aufnehmen von Treibpartikeln (13) versehen ist.

18. Werkstoff nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

gekennzeichnet dadurch, daß die Deckschicht (12) auf ihrer von der Basisschicht (11) abgewandten Seite mit einer weiteren Deckschicht (12') verbunden und zwischen besagten Deckschichten (12 und 12') eine weitere aus dosiert verteilten Treibpartikeln (13') bestehende Treibmittelschicht gasdicht eingeschlossen ist.

19. Verfahren zum Herstellen eines Werkstoffes gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet dadurch, daß

a) zunächst eine Basisschicht (11) hergestellt wird,

b) danach eine Oberfläche der Basisschicht (11) mit einer aus dosiert verteilten Treibpartikeln (13) bestehenden Treibmittelschicht belegt wird und

c) letztlich die von der Basisschicht (11) abgewandte Seite der Treibmittelschicht vorzugsweise durch thermisches Spritzen mit einer Deckschicht (12) gasdicht versiegelt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, gekennzeichnet dadurch, daß die Oberfläche der Basisschicht (11) mit einer Treibmittelschicht unter Verwendung einer Polymerfolie belegt wird, welche als Träger für dosiert verteilte Treibpartikel (13) ausgebildet ist.

21. Verfahren zum Herstellen eines Werkstoffes gemäß einem der Ansprüche 14 bis 18, gekennzeichnet dadurch, daß

a) zunächst eine porige Basisschicht (21), vorzugsweise durch thermisches Spritzen, hergestellt wird,

b) danach die Poren (24) der Basisschicht (21) zumindest teilweise mit Treibpartikeln (23) gefüllt werden und

c) letztlich die Basisschicht (21) mit einer vorzugsweise abermals durch thermisches Spritzen hergestellten Deckschicht (22) gasdicht versiegelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

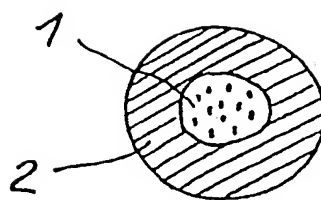


Fig. 1

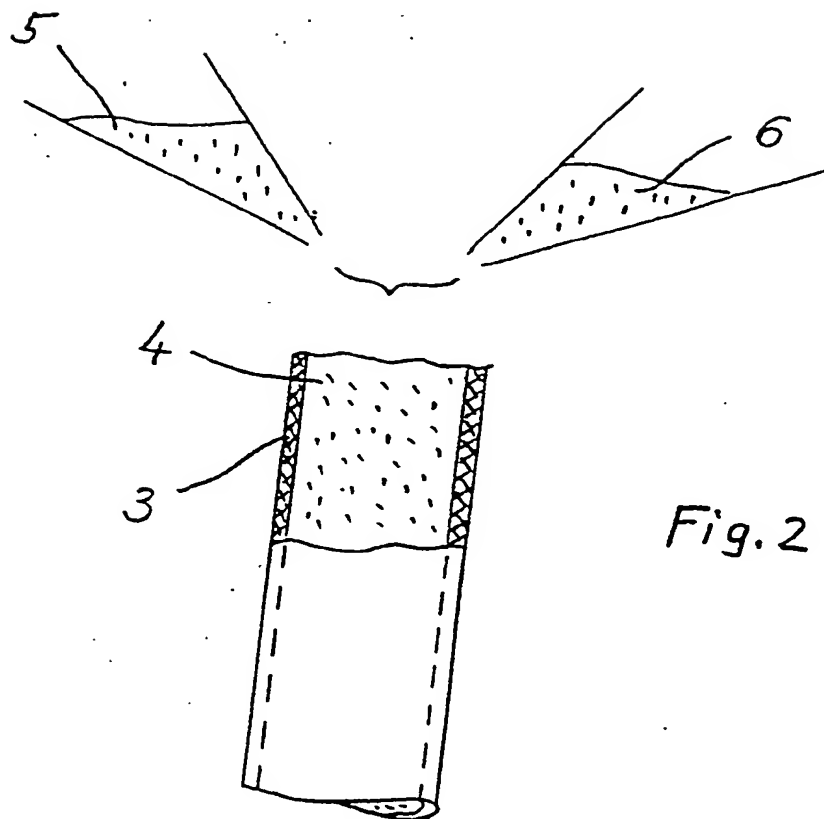


Fig. 2

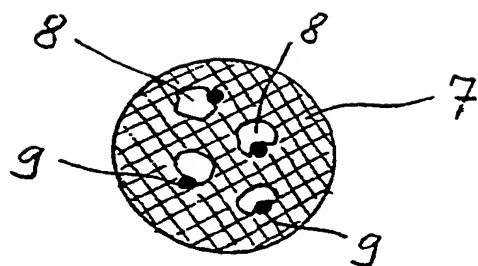


Fig. 3

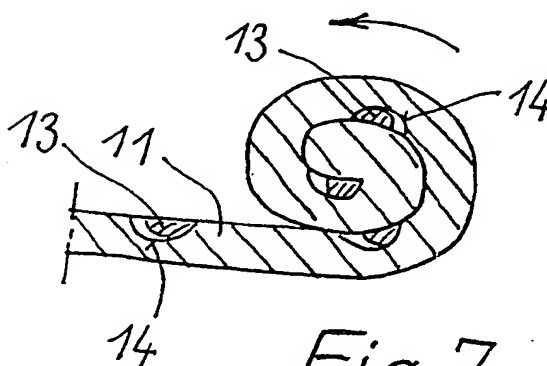


Fig. 7

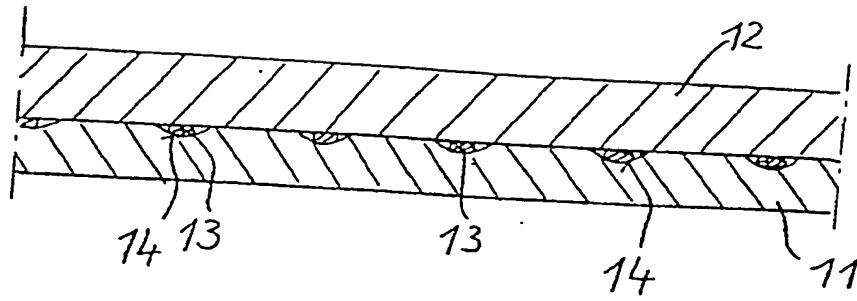


Fig. 4

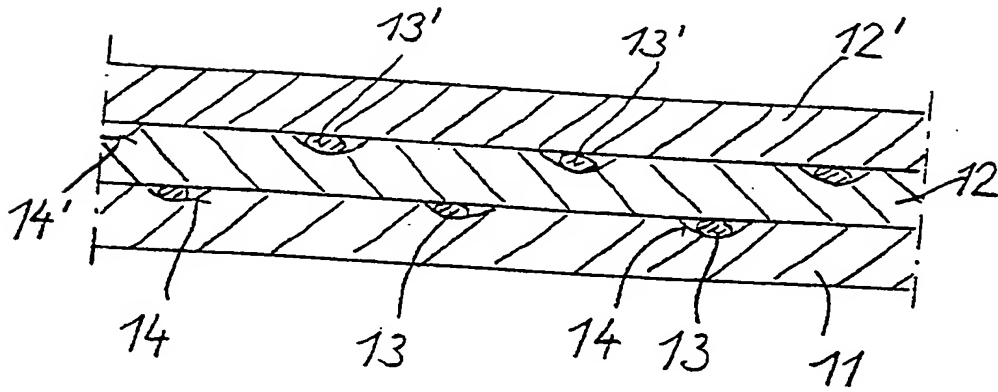


Fig. 5

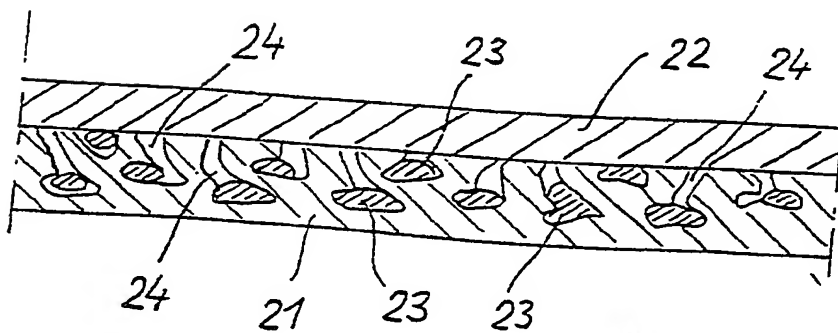


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**